

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DU GENRE *RHODELLA* (PORPHYRIDIALES, RHODOPHYCEAE)¹

Jacqueline FRESNEL* et Chantal BILLARD*

RÉSUMÉ. — Une revue des quatre espèces, toutes marines, du genre *Rhodella* Evans est présentée, basée sur des cultures de ces algues unicellulaires au laboratoire. Deux de ces espèces sont reconnaissables à leur couleur, bleu-vert chez *R. cyanea* et vert-olive chez *R. reticulata*. Des observations ultrastructurales, afin de déterminer notamment les caractères du pyrénolide, sont nécessaires pour départager les deux espèces de couleur rose violacé à brunâtre, *R. maculata* et *R. violacea*. Le problème de la distinction entre *Rhodella* et le genre voisin *Porphyridium* Nägeli est par ailleurs discuté.

ABSTRACT. — Based on laboratory grown cultures, the species of the unicellular algal genus *Rhodella* Evans are reviewed. Two can be recognized on the basis of their color, the blue-green colored *R. cyanea* and the olive-green colored *R. reticulata*. Ultrastructural observations, namely to determine pyrenoidal features, are necessary to separate the pinkish-brown colored species, *R. maculata* and *R. violacea*. The problem of the distinction between *Rhodella* and the allied genus *Porphyridium* Nägeli is discussed.

MOTS-CLÉS : Rhodophyceae, Porphyridiales, *Rhodella*, *Porphyridium*, plancton marin côtier.

INTRODUCTION

Les Rhodophyceae unicellulaires sont des algues rarement signalées dans le plancton marin; cependant les prélèvements côtiers que nous effectuons dans le cadre de nos recherches sur la microflore néritique montrent que trois genres différents appartenant aux Porphyridiales sont susceptibles d'être rencontrés dans ces eaux : le genre *Rhodosorus* Geitler, présent uniquement dans les eaux chaudes, le genre *Porphyridium* Nägeli, fréquent dans les eaux d'estuaires et le genre *Rhodella* Evans. Ces deux derniers genres sont particulièrement intéressants en raison des mucilages qu'ils sont susceptibles de produire en culture

(1) Communication présentée au Colloque de la Société Phycologique de France à Caen (25-27 avril 1986), en hommage à Madame le Professeur P. GAYRAL.

* Université de Caen, Laboratoire d'Algologie fondamentale et appliquée - 39, rue Desmoueux, 14000-Caen.

Tableau I. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DU GENRE *RHODELLA*

		<i>Rhodella macrota</i> Evans 1970	<i>Rhodella violacea</i> (Kornmann) Mehrmeyer 1971	<i>Rhodella reticulata</i> Deason, Butler et Rhyne 1963	<i>Rhodella cyanea</i> Billard et Fresnel 1986
Taille (µm)		7 - 24 8 - 10*	8 - 14 14 - 30**	8 - 32 8 - 13*	22 - 40
Couleur		rose à brunâtre	violacé à rouge-brun	olive à vert-brun	bleu-vert à bleu-gris
Position du noyau		excentré	excentré	excentré	central
Plaste		lobes disposés sans ordre	lobes disposés sans ordre	lobes rayonnants	lobes rayonnants autour du noyau
P L A S T E	Position	± central	± central	+ central	en coque autour du noyau
	Thylakoïdes	-	-	+	+
	Prolongements nucléaires	+	-	-	-

* Observations personnelles ** Souche marocaine (voir texte)

(BRAUD et al., 1982). Les deux seules espèces vraiment halophiles de *Porphyridium*, *P. sordidum* Geitler et *P. purpureum* (Bory) Drew & Ross, sont également bien connues d'habitats terrestres (voir OTT, 1972), alors que toutes les espèces de *Rhodella* connues jusqu'à ce jour sont marines. Le genre *Rhodella* est caractérisé par l'existence d'un plaste profondément incisé qui se présente en coupe sous la forme de nombreux lobes plus ou moins isolés les uns des autres. Comme chez toutes les Porphyridiacées, le plaste est muni d'un pyrénôïde. Les cellules de *Rhodella* sont sphériques et entourées d'une gaine mucilagineuse.

Nous avons pu récolter et observer les quatre espèces actuellement décrites de *Rhodella* dont deux au moins sont présentes sur les côtes françaises. Nous rapportons ici les observations réalisées sur ces différentes espèces en culture : si certaines d'entre elles se reconnaissent aisément en raison de leur couleur ou de leur écologie particulière, l'identification des autres doit faire appel à la microscopie électronique.

LES DIFFÉRENTES ESPÈCES DU GENRE RHODELLA

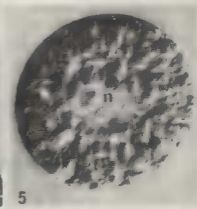
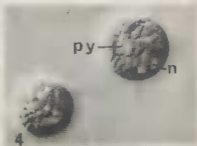
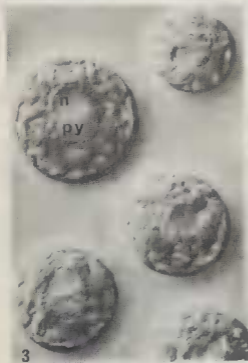
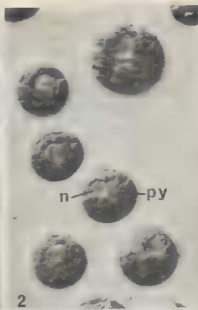
Les principales caractéristiques de ces différentes espèces sont rassemblées sur le tableau 1.

1. *Rhodella maculata* Evans

Cette espèce, type du genre, décrite à l'origine des côtes anglaises (EVANS, 1970), fait partie de la flore interstitielle du sable de certaines plages. Nous l'avons retrouvée sur les côtes de la Manche, soit à partir de carottes de sable – à Blainville (Manche), notamment – soit à partir de prélèvements d'eau de mer de plage, ainsi à Riva-Bella (Calvados).

R. maculata appartient au groupe des espèces de couleur rose à brunâtre. La taille des cellules est donnée par EVANS (1970) comme allant de 7 à 24 μm , et selon EVANS et al. (1974), la moyenne des cellules serait de 10-18 μm . Dans nos cultures, nous avons observé des tailles de l'ordre de 8-10 μm . Le plaste, extrêmement découpé comme chez toutes les espèces du genre, est formé de lobes nombreux, disposés sans ordre particulier avec un pyrénôïde anguleux, plus ou moins central et très apparent au microscope optique (Fig. 1); le noyau, légèrement excentré, est, lui aussi, aisément décelable, toujours accolé au pyrénôïde. Le plaste montre des accumulations de granules orangés situés à la périphérie des lobes plastidiaux. Les grains de rhodamylon sont nombreux, localisés autour du pyrénôïde et entre les lobes plastidiaux. Seules les coupes ultrafines sont susceptibles de révéler un caractère propre à cette espèce, à savoir l'existence de prolongements nucléaires au sein du pyrénôïde (Fig. 6, A). Ce pyrénôïde est par ailleurs dépourvu de thylakoïdes.

Le mucilage épais qui entoure les cellules est visible au microscope interférentiel ou après coloration.



Figs 1-5 - Aspect des différentes espèces du genre *Rhodella* observées au microscope optique (contraste de phase interférentiel) et photographées au même grandissement. Fig. 1 : *R. maculata*; une cellule en division est visible. Fig. 2 : *R. violacea*, souche de Göttingen. Fig. 3 : *R. violacea*, souche marocaine; le pyrénoïde et le noyau sont intimement associés et entourés par une couronne de rhodamylon. Fig. 4 : *R. reticulata*. Fig. 5 : *R. cyanea*. Noyau (n); pyrénoïde (py).



Fig. 6. — Représentation schématique des différentes espèces du genre *Rhodella* observées en coupe, au microscope électronique. A, *R. maculata* (d'après EVANS, 1970); B, *R. violacea* (d'après WEHRMEYER, 1971); C, *R. reticulata* (d'après DEASON et al., 1983); D, *R. cyanea*. Appareil de Golgi (g); noyau (n); pyrénoloïde (py); les grains de rhodamylon ont été figurés en noir. Pour la description des schémas, voir texte.

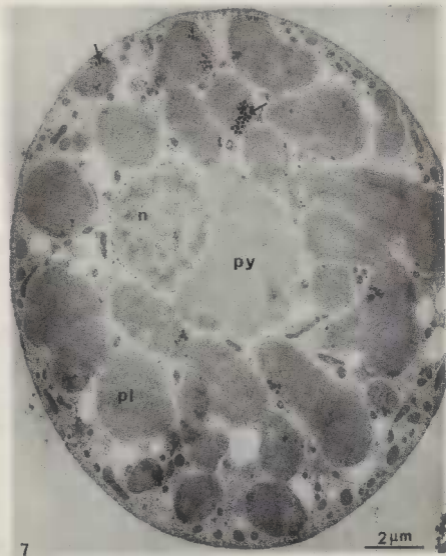


Fig. 7. — *Rhodella violacea*, souche du Maroc, observée en coupe ultrafine et montrant la disposition des principaux organites; le pyrénoïde (py) dépourvu de thylakoïdes, est intimement associé au noyau (n); les flèches indiquent les granulations osmiophiles des lobes plastidiaux (pl).

2. *Rhodella violacea* (Kornmann) Wehrmeyer = *Porphyridium violaceum* Kornmann

Comme le montre le tableau I, cette espèce est très proche de la précédente tant par la couleur du plaste que par la taille des cellules. Nous avons pu obtenir la souche de KORNMANN déposée au Sammlung von Algenkulturen de Göttingen (S.A.G. 115.79 *Rhodella violacea*) et constaté qu'au microscope optique *R. violacea* et *R. maculata* peuvent être facilement confondues (Figs. 1 et 2). La couleur du plaste, critère parfois difficile à définir, est sensiblement la même, ainsi que l'aspect du pyrénioïde, sa position et celle du noyau. Les lobes du plaste sont cependant légèrement plus gros. Les mêmes globules orangés plastidiaux sont présents et en définitive seule l'observation de coupes permet la séparation des deux espèces : le pyrénioïde de *R. violacea*, lui aussi dépourvu de thylakoïdes, n'est jamais pénétré par des prolongements nucléaires (Fig. 6, B). La figure 6, B réalisée d'après WEHRMEYER (1971) montre une répartition des grains de rhodamylon apparemment strictement localisée autour du pyrénioïde; il ne s'agit pas vraisemblablement d'un caractère de valeur systématique : une simple coloration à l'eau iodée de cellules âgées de *R. violacea* révèle une disposition des grains de rhodamylon non seulement autour du pyrénioïde mais également entre les lobes plastidiaux, situation semblable à celle présente chez *R. maculata* (Fig. 6, A).

Nous disposons par ailleurs en culture d'une autre souche qui paraît correspondre à *R. violacea*, hormis la taille. Cet organisme (Fig. 3), isolé d'un prélèvement d'eau de mer du Maroc (plage de Temara, région de Rabat) a été observé à plusieurs reprises dans des eaux marocaines. La taille des cellules est comprise entre 14 et 30 μm . Les coupes ont révélé que le pyrénioïde, étroitement accolé au noyau, était dépourvu à la fois de thylakoïdes et de prolongements nucléaires (Fig. 7); aussi le rapportons-nous, pour l'instant, à *R. violacea*. Peut-être s'agit-il d'une variété de cette espèce liée aux eaux chaudes ? L'algue de KORNMANN (1965) provient de l'île de Sylt, au Nord de l'Allemagne. Elle ne semble pas avoir été signalée depuis sa description, et nous ne l'avons pas retrouvée en France.

3. *Rhodella reticulata* Deason, Butler & Rhyne

Cette espèce se distingue parfaitement des deux précédentes par sa couleur olivâtre très particulière. Curieusement ses auteurs (DEASON et al., 1983) ne mentionnent pas la couleur du plaste dans leur diagnose et leur description est basée essentiellement sur des caractères infrastructuraux sans qu'aucune image en microscopie optique ait été fournie.

Nous avons retrouvé à deux reprises cette espèce très caractéristique : la première fois à la Guadeloupe (La Grande Terre), dans une eau de mangrove à *Rhizophora*, la seconde fois en Floride, dans la baie de Sarasota, à partir d'un fragment de pneumatophore d'*Avicennia* mis en culture; dans ce second prélèvement *Rhodella cyanea* était également présent. La température des eaux dans ces régions et leur salinité sont voisines de celles du Mississippi Sound, sur la côte

sud des États-Unis où DEASON et al. (1983) récoltèrent *R. reticulata* pour la première fois : ces auteurs précisent que la salinité des eaux du Mississippi Sound varie entre 10 et 25 ‰ et que la température atteint 30°C en été. Ainsi *R. reticulata* paraît être une espèce d'eaux chaudes et sans doute euryhaline. Nous ne l'avons pas observée en France, en Méditerranée notamment, alors que *R. cyanea* y est présente.

La figure 4 montre l'aspect de *R. reticulata* au microscope optique, avec son pyrénéoïde apparent, moins anguleux que chez les espèces de couleur rosâtre. DEASON et al. (1983) indiquent pour les cellules des tailles de 8-32 µm, mais leurs grosses cellules renfermaient plusieurs noyaux (jusqu'à 4) alors que les petits individus étaient uninucléés; il faut donc conclure avec ces auteurs que les cellules de grande taille correspondraient à des cellules sur le point de se diviser. Nos propres observations donnent pour cette espèce des tailles moyennes de 8-13 µm (Tableau I).

Outre sa couleur, *R. reticulata* diffère des espèces de *Rhodella* à plastes rosâtres par les caractères de son chromatophore dont les lobes tendent à être rayonnants, mais cette disposition n'est appréciable que sur les clichés ultra-structuraux. Ce plaste est muni d'un pyrénéoïde central parcouru par des thylakoïdes convolutés (Fig. 6, C). Ces caractères ont été confirmés sur la souche de *R. reticulata* isolée de Floride. Comme chez les autres espèces du genre, le rhodamylon est localisé autour du pyrénéoïde et entre les lobes du plaste.

DEASON et al. (1983) insistent particulièrement sur les granules orangés situés à la périphérie des lobes plastidiaux, inclusions ayant l'aspect de plastoglobules alignés sur les coupes ultra-fines. Ils estiment que ces globules sont plus nombreux que chez *R. maculata* ou *R. violacea*. Nos propres observations vont à l'encontre de cette affirmation; l'existence de ces inclusions, toujours aisément décelables en microscopie photonique et en particulier dans les cellules âgées, semble bien être un caractère commun à toutes les espèces de *Rhodella*, y compris *R. cyanea*, une espèce que nous avons décrite récemment (BILLARD & FRESNEL, 1986).

Le mucilage entourant les cellules de *R. reticulata* peut parfois former des épaississements unilatéraux (DEASON et al., 1983).

4. *Rhodella cyanea* Billard et Fresnel

Dans les conditions de culture habituelle (lumière du jour, température ambiante), cette espèce est actuellement la seule du genre à présenter des cellules de couleur bleu-vert (BILLARD & FRESNEL, 1986). Nous l'avons observée en Floride, aux côtés de *R. reticulata*, et à plusieurs reprises en Méditerranée dans le port de Menton (Alpes maritimes).

Il s'agit d'une espèce de grande taille (22-40 µm) qui, outre sa couleur, se caractérise par la disposition radiale de ses constituants cellulaires. Le plaste, très volumineux, présente de nombreux lobes qui paraissent rayonnants, surtout dans les jeunes cellules (Fig. 5), la disposition radiale du chromatophore étant

moins évidente, au microscope photonique, dans les cellules adultes. Le noyau chez cette espèce est nettement central, à la différence des autres espèces de *Rhodella* où il est excentré (Tableau I). La forme très particulière du pyrénéoïde chez cette espèce n'est analysable que sur coupes. Ce pyrénéoïde est constitué par les extrémités juxta-nucléaires des lobes plastidiaux qui fusionnent autour du noyau central (Fig. 6, D); il forme ainsi une coque fenestrée qui encercle le noyau. Le stroma pyrénéoïdien est parcouru par des thylakoïdes convolutés, comme chez *R. reticulata*. La coque pyrénéoïdienne est circonscrite du côté distal par de nombreux grains de rhodamylon localisés entre les lobes plastidiaux. La disposition des éléments golgiens chez *R. cyanea* souligne la symétrie radiale de la cellule (Fig. 6, D). Des amas de plastoglobules sont également présents chez cette espèce à la périphérie des lobes plastidiaux (BILLARD & FRESNEL, 1986).

L'abondance de la gelée et la grande viscosité de celle-ci semblent aussi pouvoir caractériser *R. cyanea* par rapport aux autres espèces du genre. Une épaisse gaine mucilagineuse entoure les cellules et, en milieu liquide aussi bien que sur milieu gélosé, ce halo gélatineux présente fréquemment des aspects pyriformes dus au développement polarisé du mucilage qui se prolonge par de longs pédoncules pouvant atteindre une centaine de μm de longueur (BILLARD & FRESNEL, 1986). Des formations analogues, mais beaucoup moins développées, ont été décrites chez *P. purpureum* (LIN et al., 1975) et attribuées à une polarisation de la sécrétion mucilagineuse. Selon certains auteurs ce phénomène pourrait être responsable de la motilité observée chez de nombreuses Rhodophyceae unicellulaires.

Au vu de ce rappel des caractéristiques essentielles des différentes espèces de *Rhodella* décrites à ce jour, il s'avère que l'on dispose de plusieurs critères pour la distinction des espèces au sein du genre : la taille des cellules, la couleur ainsi que les caractères du plaste et, dans une moindre mesure, l'écologie de ces organismes. Nous avons montré que la taille des cellules ne constitue pas, le plus souvent, un critère sûr, sauf pour *R. cyanea* (Tableau I). Les quelques informations dont nous disposons sur la répartition des espèces montrent que l'une d'entre elles au moins, *R. reticulata*, est une espèce d'eaux de caractère tropical; *R. cyanea* préfère également les eaux chaudes, alors que *R. maculata* se rencontre dans les eaux tempérées ou froides (PAASCHE & THRONSEN, 1970). *R. violaceu* semble être une espèce eurytherme. En définitive, les critères les plus sûrs font appel à la couleur des cellules associée aux caractères du plaste et surtout du pyrénéoïde. La clé de détermination suivante est donc proposée :

CLÉ DES ESPÈCES

- A) Plaste de couleur rose à brunâtre
 - B) pyrénéoïde pénétré par des prolongements nucléaires *R. maculata*
 - B) pyrénéoïde non pénétré par des prolongements nucléaires *R. violaceu*
- A) Plaste d'une autre couleur
 - B) plaste de couleur olive à vert-brunâtre *R. reticulata*
 - B) plaste de couleur bleu-vert à bleu gris *R. cyanea*

DISCUSSION ET CONCLUSION

Malgré le petit nombre d'espèces présent au sein du genre *Rhodella*, deux groupes semblent d'ores et déjà se dessiner : a) le groupe des espèces de couleur rose-brun à pyrénoloïde dépourvu de thylakoïdes; b) le groupe des espèces à plaste vert-olive ou bleu-vert muni d'un pyrénoloïde parcouru par des thylakoïdes convolutés.

La présence de ce deuxième type de pyrénoloïde chez certaines espèces de *Rhodella* repose le problème de la distinction entre ce genre et *Porphyridium* dont le pyrénoloïde est lui aussi pénétré par des thylakoïdes (GANTT & CONTI, 1965; GANTT et al., 1968). Comme le soulignent DEASON et al. (1983), ces deux genres sont effectivement très proches, mais nous estimons que plusieurs caractères permettent de les séparer, en dehors de la taille des cellules qui est généralement plus réduite chez *Porphyridium* : 1) le plaste est profondément incisé chez *Rhodella*, contrairement à *Porphyridium* où il est étoilé avec des lobes peu nombreux et peu découpés; ce plaste chez *Porphyridium* occupe la majeure partie du cytoplasme en repoussant le noyau qui se trouve toujours en position strictement périphérique; 2) en raison de la forme du chromatophore chez *Porphyridium*, le pyrénoloïde central est largement isolé du cytoplasme par le stroma plastidial; 3) la disposition des grains de rhodamylon est en conséquence différente chez les deux genres; chez *Rhodella*, le rhodamylon constitue des amas à la fois localisés autour du pyrénoloïde et dispersés le long des lobes plastidiaux, alors que chez *Porphyridium*, en raison de la position du pyrénoloïde, ces inclusions ne se trouvent jamais directement à son contact mais situées à la périphérie du plaste.

Ces caractères propres au genre *Rhodella* sont décelables chez l'organisme connu sous le nom de *Porphyridium griseum* Geitler. Son auteur (GEITLER, 1970) ainsi que OTT (1972) soulignèrent à l'époque les particularités qui l'éloignaient du genre *Porphyridium* et GEITLER lui-même envisagea la création d'un nouveau genre pour cet organisme. Au vu de la description et des illustrations fournies par GEITLER (1970) il nous apparaît plus que probable que *P. griseum* appartienne en fait au genre *Rhodella*. Cependant *P. griseum* n'ayant pas été isolé, ni apparemment revu depuis sa description, il nous paraît prématuré d'effectuer la combinaison nouvelle qui s'impose, d'autant que nous avons souligné que l'observation en microscopie électronique est souvent nécessaire pour préciser les caractères du pyrénoloïde. Soulignons néanmoins que s'il s'avère que *P. griseum* est bien une autre espèce du genre *Rhodella*, celui-ci aurait désormais un représentant d'eaux douces, l'organisme de GEITLER provenant d'un lac autrichien.

Notons qu'il existe parmi les espèces valides de *Porphyridium* toute une gamme de couleurs, comparable à celle présente chez *Rhodella* : depuis *P. purpureum* de couleur rouge-sang à *P. aerugineum* Geitler à plaste bleu-vert, en passant par *P. sordidum* Geitler de couleur vert-olive. OTT (1972) considère d'ailleurs que la couleur est le seul critère valable pour séparer les espèces de *Por-*

phyridium et des études biochimiques récentes ont confirmé qu'il existe des différences dans la composition pigmentaire des phycobilisomes de ces algues (GANTT et al., 1979). Il est donc vraisemblable que la distribution des pigments surnuméraires n'est pas identique non plus chez les différentes espèces de *Rhodella*; à l'heure actuelle, seuls les phycobilisomes de *R. violacea* ont été analysés (MORSCHÉL et al., 1977). Certains auteurs (GANTT et al., 1979) ont montré en outre, que chez les Rhodophyceae et les Cyanophyceae, la taille et la forme des phycobilisomes peuvent parfois varier en fonction de leur composition pigmentaire en phycobiliprotéines. Il s'agit là à l'évidence de caractères difficiles à apprécier par les non-spécialistes et qui ne feront que confirmer sans doute, s'ils s'avèrent avoir une réelle importance systématique chez *Rhodella* ou *Porphyridium*, un diagnostic résultant de l'observation globale des cellules.

Si la composition chimique du mucilage du genre *Rhodella* ne peut raisonnablement pas être invoquée comme critère systématique, il s'avère néanmoins possible qu'elle ne soit pas la même chez les différentes espèces du genre. Seule la composition du mucilage de *R. maculata* est connue : il s'agit d'un complexe renfermant 16 % de protéines et un polysaccharide sulfaté riche en xylose avec une forte proportion d'acide glucuronique (EVANS et al., 1974). Des résultats préliminaires (BRAUD, comm. pers.) ont révélé que la viscosité des polysaccharides obtenus chez *R. violacea* (souche marocaine) et *R. cyanea* n'était pas la même, celle de *R. cyanea* étant plus forte. En raison de leurs propriétés rhéologiques, l'intérêt des polysaccharides produits par *R. maculata* et «*P. cruentum*» (= *P. purpureum*) a déjà été souligné (BRAUD et al., 1982). *Rhodella cyanea* qui produit un mucilage encore plus abondant et plus visqueux que celui des autres espèces pourrait peut-être constituer un matériel favorable aux applications industrielles.

REMERCIEMENTS. — Nous remercions MM. L.V. EVANS et F. MAGNE qui ont bien voulu réviser le manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- BILLARD C. et FRESNEL J., 1986 - *Rhodella cyanea* nov. sp., une nouvelle Rhodophyceae unicellulaire. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 302, sér. III (7) : 271-276.
- BRAUD J.P., THEPENIER C., CHASSIN P., LEMAIRE C., GUDIN C. et CHAUMONT D., 1982 - Microalgues productrices de polysaccharides. *Colloque VALVA, Bombannes, novembre 1982.*
- DEASON T.R., BUTLER G.L. et RHYNE C., 1983 - *Rhodella reticulata* sp. nov., a new coccoid rhodophytan alga (Porphyridiales). *J. Phycol.* 19 : 104-111.
- EVANS L.V., 1970 - Electron microscopical observations on a new red algal unicell, *Rhodella maculata* gen. nov., sp. nov. *Brit. Phycol. J.* 5 : 1-13.

- EVANS L.V., CALLOW M.E., PERCIVAL M.E. et FAREED V., 1974 - Studies on the synthesis and composition of extracellular mucilage in the unicellular red alga *Rhodella*. *J. Cell. Sci.* 16 : 1-21.
- GANTT E. et CONTI S.F., 1965 - The ultrastructure of *Porphyridium cruentum*. *J. Cell. Biol.* 26 : 365-381.
- GANTT E., EDWARDS M.R. et CONTI S.F., 1968 - Ultrastructure of *Porphyridium aeruginosum*, a blue-green colored Rhodophyten. *J. Phycol.* 4 : 65-71.
- GANTT E., LIPSCHULTZ C.A., GRABOWSKI J. et ZIMMERMAN B.K., 1979 - Phycobilisomes from blue-green and red algae. *Plant Physiol.* 63 : 615-620.
- GEITLER L., 1970 - Beiträge zur epiphytischen Algenflora des Neusiedler Sees. *Österr. Bot. Z.* 118 : 17-29.
- KORNMANN P., 1965 - *Porphyridium violaceum*, eine marine neue Art. *Helgoländer Wiss. Meeresuntersuch.* 12 : 420-423.
- LIN H., SOMMERFELD M.R. et SWAFFORD J.R., 1975 - Light and electron microscope observations on motile cells of *Porphyridium purpureum* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 11 : 452-457.
- MÖRSCHER E., KOLLER K.P., WEHRMEYER W. et SCHNEIDER H., 1977 - Biliprotein assembly in the disc-shaped phycobilisomes of *Rhodella violacea*. I. Electron microscopy of phycobilisomes *in situ* and analysis of their architecture after isolation and negative staining. *Cytobiologie* 16 : 118-129.
- OTT F., 1972 - A review of the synonyms and the taxonomic positions of the algal genus *Porphyridium* Nägeli 1849. *Nova Hedwigia* 23 : 237-289.
- PAASCHE E. et THRONDSSEN J., 1970 - *Rhodella maculata* Evans (Rhodophyceae, Porphyridiales) isolated from the plankton of the Oslo Fjord. *Nytt Mag. Bot.* 17 : 209-212.
- WEHRMEYER W., 1971 - Elektronmikroskopische Untersuchung zur Feinstruktur von *Porphyridium violaceum* Kornmann mit Bemerkungen über seine taxonomische Stellung. *Arch. Mikrobiol.* 75 : 121-139.